

N.S.W
PCT/DE 00/03106

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 00/03106

10/088131

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 27 NOV 2000
WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

EJ

Aktenzeichen: 199 43 778.5

Anmelddatum: 13. September 1999

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Anordnung zum Synchronisieren von
Basisstationen eines mobilen Kommunikationsnetzes

IPC: H 04 L, H 04 Q

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 06. Oktober 2000
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Feust

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Beschreibung

Verfahren und Anordnung zum Synchronisieren von Basisstationen eines mobilen Kommunikationsnetzes

5

Bei vielen Kommunikationssystemen werden Endgeräte, die unterschiedlichen Zwecken, wie z.B. einem Übertragen von Sprach-, Video-, Fax-, Multimedia-, Informations-, Text-, Programm- und/oder Meßdaten dienen können, in zunehmenden Ma-

10

ße drahtlos angekoppelt. Eine Verbindung zu derartigen mobilen Endgeräten wird üblicherweise über ein an ein Kommunikationsnetz angekoppelte, sogenannte Basisstationen erstellt, die über eine Luftschnittstelle mit den mobilen Endgeräten in Verbindung treten können. Unter mobilen Endgeräten werden im

15

folgenden auch sogenannte schnurlose Endgeräte verstanden.

Ein Austausch von Nutzdaten über die Luftschnittstelle zwischen einem mobilen Endgerät und einer Basisstation erfolgt in der Regel innerhalb von durch einen Zeittakt vorgegebenen Zeitrahmen, die im folgenden auch als Funk-Zeitrahmen bezeichnet werden.

Der Bereich um eine Basisstation in dem eine drahtlose Verbindung vorgegebener Qualität zwischen einem mobilen Endgerät und dieser Basisstation herstellbar ist, wird auch als Funkzelle dieser Basisstation bezeichnet. Um einen größeren Bereich mit Verbindungsmöglichkeiten zu versorgen, sind in der Regel mehrere Basisstationen so über den zu versorgenden Bereich verteilt, daß ihre Funkzellen ein flächendeckendes Fun-

30

knetz bilden. Ein in einem solchen Funknetz registriertes, mobiles Endgerät kann dabei zwischen den jeweils in Funkreichweite befindlichen Basisstationen dieses Funknetzes beliebig wechseln. Das "Weiterreichen" eines mobilen Endgerätes von einer ersten Basisstation zu einer zweiten Basisstation

35

bei bestehender Verbindung wird auch als "handover" bezeichnet. In der Regel soll ein solcher Wechsel des Verbindungsverlaufes möglichst ohne wahrnehmbare Unterbrechung der Ver-

bindung erfolgen. In diesem Fall spricht man auch von einem „seamless handover“.

Eine Durchführung eines „seamless handover“ setzt allerdings voraus, daß die beteiligten Basisstationen bezüglich der Luftschnittstelle zueinander synchron sind. Beispielsweise sind über einer DECT-Luftschnittstelle zu übertragende Nutzdaten in Funk-Zeitrahmen eingebettet, deren Beginn bei den an einem „seamless handover“ beteiligten Basisstationen nur maximal 2 µs voneinander abweichen darf.

In diesem Sinne ist unter einem Synchronisieren von Basisstationen insbesondere ein Synchronisieren von einem Nutzaustausch mit mobilen Endgeräten zugrunde liegenden Funk-
Zeitrahmen verschiedener Basisstationen zu verstehen.

Aus der Offenlegungsschrift WO 96/38990 ist ein mobiles Kommunikationssystem bekannt, bei dem Basisstationen jeweils über einer S₀-Schnittstelle gemäß ISDN-Standard an eine Nebenstellenanlage angeschlossen sind. Den Basisstationen wird dabei über die S₀-Schnittstelle auf der physikalischen Schicht des verwendeten Übertragungsprotokolls ein Referenztakt von der Nebenstellenanlage übermittelt. Anhand des von allen Basisstationen gleichermaßen empfangenen Referenztaktes werden die Taktgeneratoren dieser Basisstationen synchronisiert.

In Anbetracht einer zunehmenden Vernetzung von Kommunikationssystemen, einer zunehmenden Integration von Sprach- und Datendiendiensten sowie einer zunehmenden Nutzung von komplexen Leistungsmerkmalen durch mobile Endgeräte erweist sich eine Anschaltung von Basisstationen über S₀-Schnittstellen allerdings als wenig flexibel. Die mangelnde Flexibilität wird insbesondere durch die Übertragung des Referenztaktes in der physikalischen Schicht des verwendeten Übertragungsprotokolls bedingt, da hierfür durchgehende Schicht-1-Verbindungen zwischen der Nebenstellenanlage und den Basisstationen erforderlich sind.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein gegenüber dem Stand der Technik flexibleres Verfahren zum Synchronisieren von Basisstationen eines mobilen Kommunikationsnetzes, insbe-

5 sondere zum Zweck eines "seamless handover" anzugeben. Außerdem ist eine Anordnung zur Realisierung des Verfahrens anzugeben.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 15.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Um Basisstationen eines mobilen Kommunikationsnetzes hinsichtlich ihrer Luftschnittstelle zu synchronisieren, werden den Basisstationen Zeitinformationen über ein Lokales Netz, z.B. von einem Zeitinformationsserver übermittelt. Indem die 20 Basisstationen ein jeweils eigenes Zeitmaß an einer empfangenen Zeitinformation ausrichten, werden diese Basisstation zu einander synchronisiert.

Das Lokale Netz, das häufig auch als LAN bezeichnet wird, kann auf vielfältige Weise, wie z.B. als „Ethernet“, „Token Ring“, „Token Bus“ oder „FDDI“, realisiert sein. Die Erfindung erlaubt es, Basisstationen auch in komplexen mobilen Kommunikationsnetzen mit geringem Aufwand zu synchronisieren. Insbesondere können Basisstationen auf einfache Weise in lo-

30 kale Computernetze integriert werden, wobei eine bestehende Netzwerkinfrastruktur zur Synchronisierung genutzt werden kann. Ein Anschluß von Basisstationen eines mobilen Kommunikationsnetzes an ein Lokales Netz ist insbesondere auch im Hinblick auf eine zunehmende Integration von Sprach- und Datenkommunikation vorteilhaft.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt der Erfindung ist die Tatsache, daß sich ein Übermitteln von Zeitinformationen über ein Lokales Netz besonders gut zum Synchronisieren von Basisstationen zum Zwecke eines "seamless handover" eignet. Da an ei-

5 nem "handover"-Vorgang im wesentlichen nur zueinander benachbarte Basisstationen beteiligt sind, müssen auch nur die

Funk-Zeitrahmen benachbarter Basisstationen zum Zeitpunkt des "handover" mit hoher Genauigkeit zueinander synchron sein.

Durch die Erfindung kann nun gerade bei einander benachbarten

10 Basisstationen eine hohe Synchronisationsgenauigkeit erzielt werden, da sich bei benachbarten Basisstationen sowohl die Laufzeiten einer Zeitinformation zur jeweiligen Basisstation als auch die Laufzeitschwankungen nur geringfügig unterscheiden.

15

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann der Zeittaktgeber einer Basisstation durch Nachregeln seiner Taktfrequenz und/oder Phasenlage justiert werden. Zur Vermei-

20 dung von abrupten Änderungen der Taktfrequenz und/oder Pha-

senlage kann ein entsprechendes Regelsignal über ein Integrierglied zum Zeittaktgeber geführt werden. Alternativ dazu kann ein Fehlstand des Zeitgebers auch durch Einfügen oder Auslassen von Zeittakten korrigiert werden.

25 Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann eine Zeitinformation durch eine Basisstation über das lokale Netz von einem Zeitinformationsserver angefordert werden. Die Anforderung kann dabei vorzugsweise über bekannte Netzwerkprotokolle, wie z.B. das sogenannte "Network Time Protocol"

30 (NTP) oder das sogenannte „Digital Time Synchronization Protocol“ (DTSS) erfolgen.

Zur Verbesserung der Genauigkeit einer erhaltenen Zeitinfor-

mation kann die Zeitdifferenz zwischen Anforderung und Emp-

35 fang einer Zeitinformation gemessen werden, um daraus einen Schätzwert für die Laufzeit der Zeitinformation vom Zeitin-

formationsserver zur betreffenden Basisstation zu bestimmen.

Unter der Annahme, daß die Laufzeit der Anforderung annähernd mit der Laufzeit der Zeitinformation übereinstimmt, ergibt sich die Laufzeit der Zeitinformation als die Hälfte der gemessenen Zeitdifferenz. Die Genauigkeit des Schätzwerts für

- 5 die Laufzeit einer Zeitinformation kann erhöht werden, indem der Schätzwert aus einem Mittelwert von im Rahmen mehrerer Anfragen gemessenen Zeitdifferenzen oder daraus abgeleiteten Größen bestimmt wird. Auf diese Weise können Laufzeitschwankungen der über das Lokale Netz übertragenen Daten ausgeglichen werden. Der ermittelte Schätzwert für die Laufzeit einer Zeitinformation kann beim Justieren des Zeittaktgebers korrigierend berücksichtigt werden.

- 10 Die Häufigkeit mit der Zeitinformationen von einer Basisstation angefordert werden, kann sich nach unterschiedlichen Kriterien richten. So z.B. nach der Genauigkeit des Zeittaktgebers der Basisstation, nach der Variationsbreite der zwischen Anfrage und Empfang von Zeitinformationen gemessenen Zeitdifferenzen und/oder nach der Größe eines bei einem vorhergehenden Justieren des Zeittaktgebers festgestellten Fehlstandes des Zeittaktgebers. Vorzugsweise können die Zeitinformationen um so häufiger angefordert werden, je geringer die Genauigkeit des Zeittaktgebers und je größer die Variationsbreite der gemessenen Zeitdifferenzen und der festgestellte Fehlstand des Zeittaktgebers ist.

- 15 Nach einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann ein über das Lokale Netz empfangener Datenstrom in einem nach dem Durchlaufprinzip ("first-in-first-out", FIFO) arbeitenden Eingangspufferspeicher gepuffert werden, aus dem Datenelemente des Datenstroms in einem durch den Zeittaktgeber bestimmten Zeittakt zur Weiterverarbeitung ausgelesen werden. Abhängig vom Füllstand des Eingangspufferspeichers kann so dann die Taktfrequenz des Zeittaktgebers nachgeregelt werden.
- 20
- 25 Unter der Voraussetzung, daß der über das Lokale Netz empfangene Datenstrom zumindest im zeitlichen Mittel mit einer durch einen Taktgeber des Datenstromsenders vorgegebenen Da-

tenrate gesendet wird, kann so der Zeittaktgeber der Basisstation mit dem Taktgeber des Datenstromsenders im zeitlichen Mittel synchronisiert werden. Um kurzfristige Laufzeitschwankungen von Datenelementen des Datenstroms auszugleichen, kann 5 ein aus dem Füllstand abgeleitetes Taktfrequenz-Regelungssignal dem Zeittaktgeber über ein Integrierglied zugeleitet werden.

Zur Taktfrequenzregelung kann vorzugsweise ein Datenstrom von 10 über das Lokale Netz empfangenen und an ein mobiles Endgerät zu sendenden Kommunikationsdaten, wie z.B. Sprachdaten, genutzt werden. Da Kommunikationsdaten und insbesondere Sprachdaten bei bestehender Verbindung häufig mit einer genau eingehaltenen, am Zeittakt des Senders der Kommunikationsdaten 15 orientierten Übertragungsrate übertragen werden, lässt sich die Taktfrequenz des Zeittaktgebers anhand empfangener Kommunikations- bzw. Sprachdaten besonders genau stabilisieren.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand 20 der Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen jeweils in schematischer Darstellung

Figur 1 ein mobiles Kommunikationsnetz mit zwei über ein 25 Lokales Netz an eine Vermittlungseinrichtung angekoppelten Basisstationen und

Figur 2 eine detailliertere Darstellung einer der an das Lokale Netz angeschlossenen Basisstationen.

In Figur 1 ist ein mobiles Kommunikationsnetz mit einer an 30 ein Festnetz FN angeschlossenen Vermittlungseinrichtung VE und zwei über ein Lokales Netz LAN mit der Vermittlungseinrichtung VE gekoppelten Basisstationen BS1 und BS2 schematisch dargestellt. Die Basisstationen BS1 und BS2 sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel als DECT-Basisstationen (digital European cordless telephone) realisiert. Während über

die Basisstation BS1 eine drahtlose Verbindung zu einem mobilen Endgerät EG1 aufgebaut ist, verläuft über die Basisstation BS2 eine drahtlose Verbindung zu einem mobilen Endgerät EG2. Das mobile Endgerät EG1 steht außerdem mit der zur Basisstation BS1 benachbarten Basisstation BS2 in Funkverbindung, um einen Wechsel der Verbindungsleitung (handover) von der Basisstation BS1 zur Basisstation BS2 vorzubereiten. Die Funkverbindungen sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils durch einen stilisierten Blitz angedeutet.

10

Die Vermittlungseinrichtung VE ist über eine Festnetschnittstelle FNS mit dem Festnetz FN und über eine Netzschnittstelle NS mit dem Lokalen Netz LAN verbunden. Die Vermittlungseinrichtung VE weist weiterhin eine mit den Netzschnittstellen FNS und NS verbundene zentrale Steuerung ZS mit einer Echtzeituhr RTC sowie einen GPS(Global Positioning System)-Empfänger GPS zum Empfangen einer Weltzeitinformation von einem Satelliten SAT auf. Vom GPS-Empfänger wird die Echtzeituhr RTC durch eine in regelmäßigen Zeitabständen erfolgende Übermittlung von aktuellen Zeitinformationen ZI justiert.

15

Das Lokale Netz LAN, das z.B. als Ethernet, Token Ring, Token Bus oder FDDI realisiert sein kann, unterstützt eine paketoorientierte Datenübertragung. An das Lokale Netz LAN können neben Kommunikationseinrichtungen auch Datenverarbeitungseinrichtungen (nicht dargestellt) angekoppelt sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel dient das Lokale Netz LAN zum Übertragen sowohl aller Kommunikationsdaten als auch aller

20

Steuerdaten zwischen der Vermittlungseinrichtung VE und den Basisstationen BS1 und BS2. Da ein Lokales Netz auf sehr einfache Weise erweitert und um weitere Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinrichtungen ergänzt werden kann, lässt sich ein derartig realisiertes mobiles Kommunikationsnetz sehr flexibel unterschiedlichsten Anforderungen anpassen.

25

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden im Rahmen von aus dem Festnetz FN zu den mobilen Endgeräten EG1 und EG2 führen-

den Verbindungen Kommunikationsdaten KD1 und KD2, z.B. Sprachdaten, aus dem Festnetz FN zur Vermittlungseinrichtung VE übertragen. In dieser werden die über die Festnetschnittstelle ~~EN~~ empfangenen Kommunikationsdaten KD1, KD2 von der

- 5 zentralen Steuerung ZS jeweils mit einer die Basisstation BS1 bzw. BS2 im lokalen Netz LAN identifizierenden Adressinformation versehen und über die Netzschmittstelle NS in das lokale Netz LAN übertragen. Aus diesem empfangen die Basisstationen BS1 und BS2 die jeweils an sie selbst adressierten Kommunikationsdaten; d.h. die Basisstation BS1 empfängt die Kommunikationsdaten KD1 und die Basisstation BS2 die Kommunikationsdaten KD2. Die Basisstationen BS1 bzw. BS2 übermitteln die empfangenen Kommunikationsdaten KD1 bzw. KD2 anschließend eingebettet in DECT-Zeitrahmen, drahtlos zu den mobilen Endgeräten
- 10 15 EG1 bzw. EG2.

- Um bei bestehender Verbindung ein "seamless handover" für ein mobiles Endgerät hier EG1 zwischen zwei benachbarten Basisstationen, hier BS1 und BS2, zu ermöglichen, müssen diese gemäß dem DECT Standard eine Frequenzgenauigkeit von +/- 10⁻³% einhalten. Außerdem müssen die einer Datenübertragung zu einem mobilen Endgerät zugrundeliegenden DECT-Zeitrahmen der Basisstationen BS1 und BS2 mit einer Toleranz von 2 µs zueinander synchron sein. Um die Basisstationen BS1 und BS2 zueinander zu synchronisieren, wird jede der Basisstationen BS1 und BS2 für sich mit einer zentralen Zeitgebungseinrichtung, hier der Echtzeituhr RTC der Vermittlungseinrichtung VE synchronisiert. Die Synchronisierung erfolgt dabei über das Lokale Netz LAN. Die Basisstationen BS1 und BS2 senden dazu jeweils eine Zeitanforderungsmeldung ZA1 bzw. ZA2, z.B. gemäß dem sogenannten "Network Time Protokoll" (NTP), über das Lokale Netz LAN zur Vermittlungseinrichtung VE. Diese wird durch die empfangenen Zeitanforderungsmeldungen ZA1, ZA2 dazu veranlaßt, jeweils eine aktuelle Zeitinformation ZI1 bzw. ZI2 von der Echtzeituhr RTC abzufragen und anschließend mit einer die Basisstation BS1 bzw. BS2 identifizierenden Adressinformation versehen über das Lokale Netz LAN zu der jeweils
- 20 25 30 35

addressierten Basisstation BS1 bzw. BS2 zu übertragen. Die Vermittlungseinrichtung VE erfüllt damit die Funktion eines Zeitinformationsservers im Lokalen Netz LAN.

-
- 5 Figur 2 zeigt die Basisstation BS1 in detaillierterer Darstellung. Die Basisstation BS1, die über eine Netzwerkschnittstelle NS an das Lokale Netz LAN gekoppelt ist, weist als weitere Funktionskomponenten eine Empfangseinrichtung EE, einen Eingangspufferspeicher EP, einen Zeittaktgeber ZTG, eine
10 Zeittaktjustiereinrichtung ZJ, eine Frequenzsteuerung FS, sowie ein DECT-Funkteil DECT auf. Die Zeittaktjustiereinrichtung ZJ verfügt ihrerseits über eine interne Uhr CLK, eine Laufzeitbestimmungseinrichtung LB, eine Laufzeitkorrekturereinrichtung LK sowie ein Integrierglied IG. Aus Gründen der
15 Übersichtlichkeit sind weitere, zum Verständnis der Erfindung nicht unmittelbar beitragende Funktionskomponenten der Basisstation BS1 nicht dargestellt. Die dargestellten Funktionskomponenten können jeweils auch mit Hilfe von Softwaremodulen realisiert sein, die auf einem Systemprozessor der Basisstation BS1 ablaufen.
20

- Der Zeittaktgeber ZTG stellt sowohl einen Bittakt BT als auch einen mit diesem synchronisierten Rahmentakt RT bereit. Die Frequenz des Bittaktes BT und damit die Frequenz des Rahmentaktes RT ist dabei steuerbar. Während der Bittakt BT das elementare Zeitmaß für die Steuervorgänge der Basisstation BS1 darstellt, gibt der Rahmentakt RT ein Zeitmaß für die DECT-Zeitrahmen vor. Der Bittakt BT wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Zeittaktjustiereinrichtung ZJ, dem Eingangspufferspeicher EP sowie dem DECT-Funkteil DECT zugeführt. In der Zeittaktjustiereinrichtung ZJ wird der Bittakt BT insbesondere zur Taktung der internen Uhr CLK genutzt. Dem DECT-Funkteil DECT wird zusätzlich zum Bittakt BT der Rahmentakt RT zugeleitet, der das Zeitraster für die vom DECT-Funkteil DECT gesendeten DECT-Zeitrahmen vorgibt.
30
35

Zur Synchronisierung des Zeittaktgebers ZTG mit dem Zeitmaß der Vermittlungseinrichtung VE sendet die Zeittaktjustiereinrichtung ZJ über die Netzschnittstelle NS die Zeitanforderungsmeldung ZA1 über das lokale Netz LAN zur Vermittlungs-

- 5 einrichtung VE. Der Absendezzeitpunkt der Zeitanforderungsmeldung ZA1 wird dabei mittels der internen Uhr CLK registriert und gespeichert. Durch die Zeitanforderungsmeldung ZA1 wird die Vermittlungseinrichtung VE, wie oben bereits ausgeführt, dazu veranlaßt, die Zeitinformation ZI1 über das Lokale Netz
10 LAN zur Basisstation BS1 zu übertragen. Die Zeitinformation ZI1 wird von der Netzschnittstelle NS der Basisstation BS1 zur Empfangseinrichtung EE weitergeleitet, wo die Zeitinformation ZI1 aus einem über das Lokale Netz LAN empfangenen, auch die Kommunikationsdaten KD1 enthaltenden Datenstrom ex-
15 trahiert wird. Die extrahierte Zeitinformation ZI1 wird von der Empfangseinrichtung EE zur Zeittaktjustiereinrichtung ZJ weitergeleitet, durch die der Empfangszeitpunkt der Zeitinformation ZI1 anhand der internen Uhr CLK bestimmt und der Zeitinformationsinhalt der Zeitinformation ZI1 ausgewertet
20 wird. Durch die Laufzeitbestimmungseinrichtung LB wird anschließend die Laufzeit der Zeitinformation ZI1 im Lokalen Netz LAN als die Hälfte der Zeitdifferenz zwischen dem festgestellten Empfangszeitpunkt der Zeitinformation ZI1 und dem gespeicherten Absendezzeitpunkt der Zeitanforderungsmeldung
25 ZA1 abgeschätzt.

Zur Erhöhung der Genauigkeit der Laufzeitbestimmung und zum Ausgleich kurzfristiger Laufzeitschwankungen wird der für die Laufzeit erhaltene Wert mit früher bestimmten Werten für die

- 30 Laufzeit gemittelt. Vorzugsweise wird ein gleitender Mittelwert bestimmt. Gegebenenfalls kann auch ein Zeitstempel der Zeitinformation ZI1 in die Laufzeitbestimmung einbezogen werden.
35 Die durch den Zeitinformationsinhalt der Zeitinformation ZI1 angegebene Zeit wird anschließend durch die Laufzeitkorrektureinrichtung LK um die vorher bestimmte Laufzeit der Zei-

tinformation ZII korrigiert. Die korrigierte Zeit wird daraufhin mit der von der internen Uhr CLK zum Empfangszeitpunkt der Zeitinformation ZII angegebenen Zeit verglichen. Abhängig vom Vergleichsergebnis wird sodann ein Frequenzregelungs-

5 signal FRS zur Steuerung der Taktfrequenz des Zeittaktgenerators ZTG gebildet. Das Frequenzregelungssignal FRS wird von der Zeittaktjustiereinrichtung ZJ über das zeitliche Integrierglied IG ausgegeben, dessen Zeitkonstante so bemessen ist, daß im Lokalen Netz LAN typischerweise auftretende Lauf-

10 zeitschwankungen ausgeglichen werden.

Vorzugsweise können durch die Zeittaktjustiereinrichtung ZJ bei Auftreten vergleichsweise großer Abweichungen zwischen der internen Uhr CLK und der Echtzeituhr RTC der Vermittlungseinrichtung VE, Zeitinformationen in kürzeren Zeitabständen von der Vermittlungseinrichtung VE angefordert werden.

20 In den Zeitintervallen zwischen einem jeweiligen Empfang einer Zeitinformation wird die Taktfrequenz des Zeittaktgebers ZTG mit Hilfe der ebenfalls über das Lokale Netz LAN empfangenen Kommunikationsdaten KD1 stabilisiert. Die Kommunikationsdaten KD1 werden dazu von der Empfängereinrichtung EE dem Eingang des Eingangspufferspeichers EP zugeführt. Dieser ist als sogenannter Durchlaufspeicher realisiert, aus dem zwischengespeicherte Daten in der zeitlichen Reihenfolge ihres Einspeicherns ausgelesen werden. Ein Durchlaufspeicher wird häufig auch als "first-in-first-out"-Speicher oder „FIFO“ bezeichnet. Die im Eingangspufferspeicher EP zwischengespeicherten Kommunikationsdaten KD1 werden aus diesem nach Maßgabe des vom Zeittaktgeber ZTG zugeführten Bittaktes BT ausgelesen und dem DECT-Funkteil DECT zugeführt. Von diesem werden die Kommunikationsdaten KD1 schließlich drahtlos zum mobilen Endgerät EG1 übertragen.

35

In der Regel werden Kommunikationsdaten und insbesondere Sprachdaten von einer Vermittlungseinrichtung zu einem Endge-

rät mit konstanter, streng am Zeittakt der Vermittlungseinrichtung orientierter Datenrate gesendet. Trotz eventueller Laufzeitschwankungen, denen solche mit konstanter Datenrate gesendete Kommunikationsdaten unterliegen, treffen diese Kom-

5 munikationsdaten bei einem Empfänger zumindest im zeitlichen Mittel mit derselben Datenrate ein. Das zeitliche Mittel der Datenrate empfangener Kommunikationsdaten kann somit genutzt werden, einen Empfänger dieser Kommunikationsdaten mit dem Zeittakt des Senders zu synchronisieren.

10

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die mit konstanter Datenrate von der Vermittlungseinrichtung VE gesendeten Kommunikationsdaten KD1, KD2 von den Basisstationen BS1, BS2 dazu verwendet, die Taktfrequenz ihres jeweiligen Zeittaktge-

15

bers ZTG während der Zeitintervalle zwischen einzelnen Abfragen von Zeitinformationen zu stabilisieren. In der Basisstation BS1 wird zu diesem Zweck in regelmäßigen Zeitabständen der aktuelle Füllstand des Eingangspufferspeichers EP, d.h. die Grenze bis zu der Eingangspufferspeicher EP mit Kom-

20

munikationsdaten KD1 angefüllt ist, erfaßt und in Form einer Füllstandsinformation FI zur Frequenzsteuerung FS übertragen. Die Frequenzsteuerung FS bildet abhängig von der Füllstandsinfoformation FI ein Frequenzregelungssignal FRS, das über ein Integrierglied IG ausgegeben und mit dem von der Zeittaktju-

25

stiereinrichtung ZJ gebildeten Frequenzregelungssignal zur Regelung der Taktfrequenz des Zeittaktgebers ZTG kombiniert wird. Die Zeitkonstante des Integriergliedes IG der Frequenzsteuerung FS ist so bemessen, daß im Lokalen Netz LAN typischerweise auftretende Laufzeitschwankungen der Kommunikati-

30

onsdaten KD1 ausgeglichen werden. Die Integrierglieder IG der Frequenzsteuerung FS bzw. der Zeittaktjustiereinrichtung ZJ können beispielsweise mit Hilfe einer Digitalschaltung zur Bildung gleitender Mittelwerte realisiert sein. Bei überdurchschnittlich hohem Füllstand des Eingangspufferspeichers EP wird von der Frequenzsteuerung FS ein Frequenzregelungssignal FRS zur Erhöhung der Taktfrequenz des Zeittaktgenerators ZTG gebildet, während bei unterdurchschnittlichem Füll-

stand des Eingangspufferspeichers EP ein Frequenzregelungs-signal zur Verringerung der Taktfrequenz gebildet wird. Die von der Zeittaktjustiereinrichtung ZJ und der Frequenzsteue-rung FS ausgegebenen Frequenzregelungssignale FRS können je-

- 5 weils mit vorgegebenen Gewichtsfaktoren kombiniert dem Zeit-taktgeber ZTG zugeführt werden. Vorzugsweise erhält dabei das von der Zeittaktjustiereinrichtung ZJ gebildete Frequenzrege-lungssignal FRS ein höheres Gewicht als das von der Frequenz-steuerung FS gebildete. Aufgrund der zusätzlichen Stabilisie-10 rung der Taktfrequenz des Zeittaktgebers ZTG anhand des Füll-standes des Eingangspufferspeichers EP kann als Zeittaktgeber ZTG auch ein relativ preiswerter Quarzgenerator ohne aufwen-dige Temperaturstabilisierung eingesetzt werden, um Synchro-nität auch während vergleichsweise langer Zeitintervalle zwi-15 schen einzelnen Zeitabfragen zu gewährleisten.

Obwohl die Übertragung der Zeitinformationen ZI1, ZI2 und der Kommunikationsdaten KD1, KD2 über das Lokale Netz LAN nicht zeittransparent ist, erlaubt die Erfindung eine für "seamless handover"-Vorgänge ausreichende Synchronisierungsgenauigkeit für benachbarte Basisstationen BS1 und BS2. Die hohe Synchronisierungsgenauigkeit wird insbesondere dadurch begünstigt, daß sowohl die Laufzeiten als auch die Laufzeitschwankungen von Zeitinformationen ZI1, ZI2 bzw. Kommunikationsdaten KD1, KD2 bei benachbarten Basisstationen nur geringfügig differie-ren.

- Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Synchronisati-onsgenauigkeit zusätzlich durch die Verwendung mehrerer Fre-30 quenzregelungsmechanismen und den Ausgleich von Laufzeit-schwankungen durch die Integrierglieder IG erhöht.

Um die für ein "seamless handover" erforderliche Synchroni-sierungsgenauigkeit der Basisstationen BS1 und BS2 auch in 35 größeren Lokalen Netzen LAN zu gewährleisten, können Netzwer-kelemente des Lokalen Netzes LAN, wie z.B. "Repeater" und/oder "Router", so angeordnet werden, daß die jeweilige

Anzahl der zwischen die Vermittlungseinrichtung VE und die jeweilige Basisstation BS1 bzw. BS2 geschalteten und der zwischen die Basisstationen BS1 und BS2 geschalteten Netzwerkelemente eine jeweils vorgegebene Anzahl nicht überschreitet.

Patentansprüche

1) Verfahren zum Synchronisieren von Basisstationen (BS1,
BS2) eines mobilen Kommunikationsnetzes, bei dem

- 5 a) den Basisstationen (BS1, BS2) Zeitinformationen (ZI1,
 ZI2) über ein Lokales Netz (LAN) übermittelt werden,
b) ein Zeittaktgeber (ZTG) einer jeweiligen, eine Zeitin-
formation (ZI1, ZI2) empfangenden Basisstation (BS1,
BS2) anhand des Empfangszeitpunktes sowie eines Zeitin-
10 formationsinhaltes der Zeitinformation (ZI1, ZI2) ju-
stiert wird, und
c) anhand von Signalen (RT, BT) des Zeittaktgebers (ZTG)
ein Senden von Funk-Zeitrahmen betreffende Funktionsab-
läufe der jeweiligen Basisstation (BS1, BS2) gesteuert
15 werden.

2) Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Zeittaktgeber (ZTG) einer Basisstation (BS1, BS2)
20 durch Nachregeln seiner Taktfrequenz und/oder Phasenlage
justiert wird.

3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Zeittaktgeber (ZTG) einer Basisstation (BS1, BS2)
5 durch Auslassen oder Einfügen von Zeittakten justiert
wird.

4) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 dadurch gekennzeichnet,
daß eine Zeitinformation (ZI1, ZI2) durch eine Basisstati-
on (BS1, BS2) über das Lokale Netz (LAN) von einem Zeitin-
formationsserver (VE) angefordert wird.

35 5) Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,
daß Anforderung und Übermittlung der Zeitinformation (ZI1,

ZI2) gemäß einem standardisierten Netzwerkprotokoll erfolgt.

6) Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

5 dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeitdifferenz zwischen Anforderung und Empfang der Zeitinformation (ZI1, ZI2) gemessen wird,
anhand der gemessenen Zeitdifferenz ein Schätzwert für die Laufzeit der Zeitinformation (ZI1, ZI2) vom Zeitinformationsserver (VE) zur Basisstation (BS1, BS2) ermittelt wird
10 und
der Zeittaktgeber (ZTG) unter Verwendung des ermittelten Schätzwertes für die Laufzeit der Zeitinformation (ZI1, ZI2) justiert wird.

15

7) Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeitdifferenz mittels des Zeittaktgebers (ZTG) der Basisstation (BS1, BS2) gemessen wird.

20

8) Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet,
daß zur Bestimmung des Schätzwertes für die Laufzeit einer Zeitinformation (ZI1, ZI2) über mehrere gemessene Zeitdifferenzen oder daraus abgeleitete Größen gemittelt wird.
25

9) Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,
daß Zeitinformationen (ZI1, ZI2) durch eine Basisstation
30 (BS1, BS2) in regelmäßigen Zeitabständen über das Lokale Netz (LAN) angefordert werden.

10) Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,
daß Zeitinformationen (ZI1, ZI2) durch eine Basisstation
35 (BS1, BS2) über das Lokale Netz (LAN) in Zeitabständen angefordert werden, die davon abhängen, wie stark die gemes-

senen Zeitdifferenzen variieren.

11) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- 5 daß ein von einer Basisstation (BS1, BS2) über das Lokale Netz (LAN) empfangener Datenstrom (KD1, KD2) in einem nach dem Durchlaufprinzip arbeitenden Eingangspufferspeicher (EP) gepuffert wird, aus dem Datenelemente des Datenstroms (KD1, KD2) in einem durch den Zeittaktgeber (ZTG) bestimmten Zeittakt (BT) zur Weiterverarbeitung ausgelesen werden,
10 daß der Füllstand des Eingangspufferspeichers (EP) erfaßt wird, und
daß die Taktfrequenz des Zeittaktgebers (ZTG) abhängig vom erfaßten Füllstand nachgeregelt wird.
15

12) Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

20 daß der im Eingangspufferspeicher (EP) zu puffernde Datenstrom über das Lokale Netz (LAN) empfangene und an ein mobiles Endgerät (EG1, EG2) zu sendende Kommunikationsdaten (KD1, KD2) umfaßt.

13) Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet,

25 daß die Justierung des Zeittaktgebers (ZTG) anhand einer empfangenen Zeitinformation (ZI1, ZI2) gegenüber der Justierung anhand des erfaßten Füllstandes priorisiert ist.

30 14) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

35 daß eine Basisstation (BS1, BS2) über das Lokale Netz (LAN) Zeitinformationen von mehreren Zeitinformationsserven empfängt und zur Justierung des Zeittaktgebers (ZTG) verwendet.

15) Anordnung zum Synchronisieren von Basisstationen (BS1, BS2) eines mobilen Kommunikationsnetzes, bei dem die Basisstationen (BS1, BS2) an ein Lokales Netz (LAN) gekoppelt sind und

5 jeweils Mittel zum Synchronisieren eines Zeitmaßes einer jeweiligen Basisstation anhand einer über das Lokale Netz (LAN) übermittelten Zeitinformation (ZI1, ZI2) aufweisen.

16) Anordnung nach Anspruch 15,

10 gekennzeichnet durch einen an das Lokale Netz gekoppelten Zeitinformationsserver (VE) mit einer Zeitgebereinrichtung (RTC) zum Übertragen von Zeitinformationen (ZI1, ZI2) über das Lokale Netz (LAN) zu den Basisstationen (BS1, BS2), wobei die Basis-

15 stationen (BS1, BS2) jeweils

- einen Zeittaktgeber (ZTG),
- eine Zeitinformations-Empfangseinrichtung (EE) zum Extrahieren einer Zeitinformation (ZI1, ZI2) aus einem über das Lokale Netz (LAN) empfangenen Datenstrom,

20 - eine Zeittaktjustiereinrichtung (ZJ) zum Justieren des Zeittaktgebers (ZTG) anhand des Empfangszeitpunktes und eines Zeitinformationsinhaltes einer empfangenen Zeitinformation (ZI1, ZI2) sowie

25 - eine Steuereinrichtung (DECT) zum zeitlichen Steuern von Funktionsabläufen, die ein Senden von Funk-Zeitrahmen betreffen, anhand von Signalen (RT, BT) des Zeittaktgebers (ZTG) aufweisen.

17) Anordnung nach Anspruch 16,

30 dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitinformationsserver (VE) eine Satellitennavigations-Empfängereinrichtung (GPS) zum Empfangen einer Weltzeitinformation und zum Vorgeben eines Zeitmaßes für den Zeitinformationsserver (VE) anhand der empfangenen Weltzeitinformation aufweist.

18) Anordnung nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Basisstationen (BS1, BS2) jeweils eine Zeitabfra-
geeinrichtung (ZJ) zum Anfordern einer Zeitinformation
5 (ZI1, ZI2) über das Lokale Netz (LAN) aufweisen.

19) Anordnung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Basisstationen (BS1, BS2) jeweils eine Zeitmeßein-
10 rrichtung (CLK) zum Messen der Zeitdifferenz zwischen An-
forderung und Empfang einer Zeitinformation (ZI1, ZI2),
eine Laufzeitbestimmungseinrichtung (LB) zum Ermitteln ei-
nes Schätzwertes für die Laufzeit der Zeitinformation
(ZI1, ZI2) vom Zeitinformationsserver (VE) zur jeweiligen
15 Basisstation (BS1, BS2) anhand der gemessenen Zeitdif-
ferenz, sowie
eine Laufzeitkorrekturseinrichtung (LK) zum Korrigieren der
Zeitinformation (ZI1, ZI2) um deren abgeschätzte Laufzeit
aufweisen.

20
20) Anordnung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeitmeßeinrichtung (CLK) mittels eines Signale
(BT) des Zeittaktgebers (ZTG) zählenden Zählers realisiert
ist.

21) Anordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Basisstationen (BS1, BS2) jeweils einen Eingangs-
30 pufferspeicher (EP) zum Puffern eines über das Lokale Netz
(LAN) empfangenen Datenstroms (KD1, KD2),
eine Füllstandserfassungseinrichtung zum Erfassen des
Füllstandes des Eingangspufferspeichers (EP) sowie
eine Taktfrequenz-Regelungseinrichtung (FS) zum Nachregeln
35 der Taktfrequenz des Zeittaktgebers (ZTG) in Abhängigkeit
vom erfaßten Füllstand aufweisen.

22) Anordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Basisstationen (BS1, BS2) jeweils eine PLL-
~~Schaltung zum Regeln der Taktfrequenz des Zeittaktgebers~~
5 ~~(ZTG)~~ aufweisen.

23) Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Basisstationen (BS1, BS2) im Lokalen Netz (LAN)
10 benachbart sind.

Zusammenfassung

Verfahren und Anordnung zum Synchronisieren von Basisstationen eines mobilen Kommunikationsnetzes

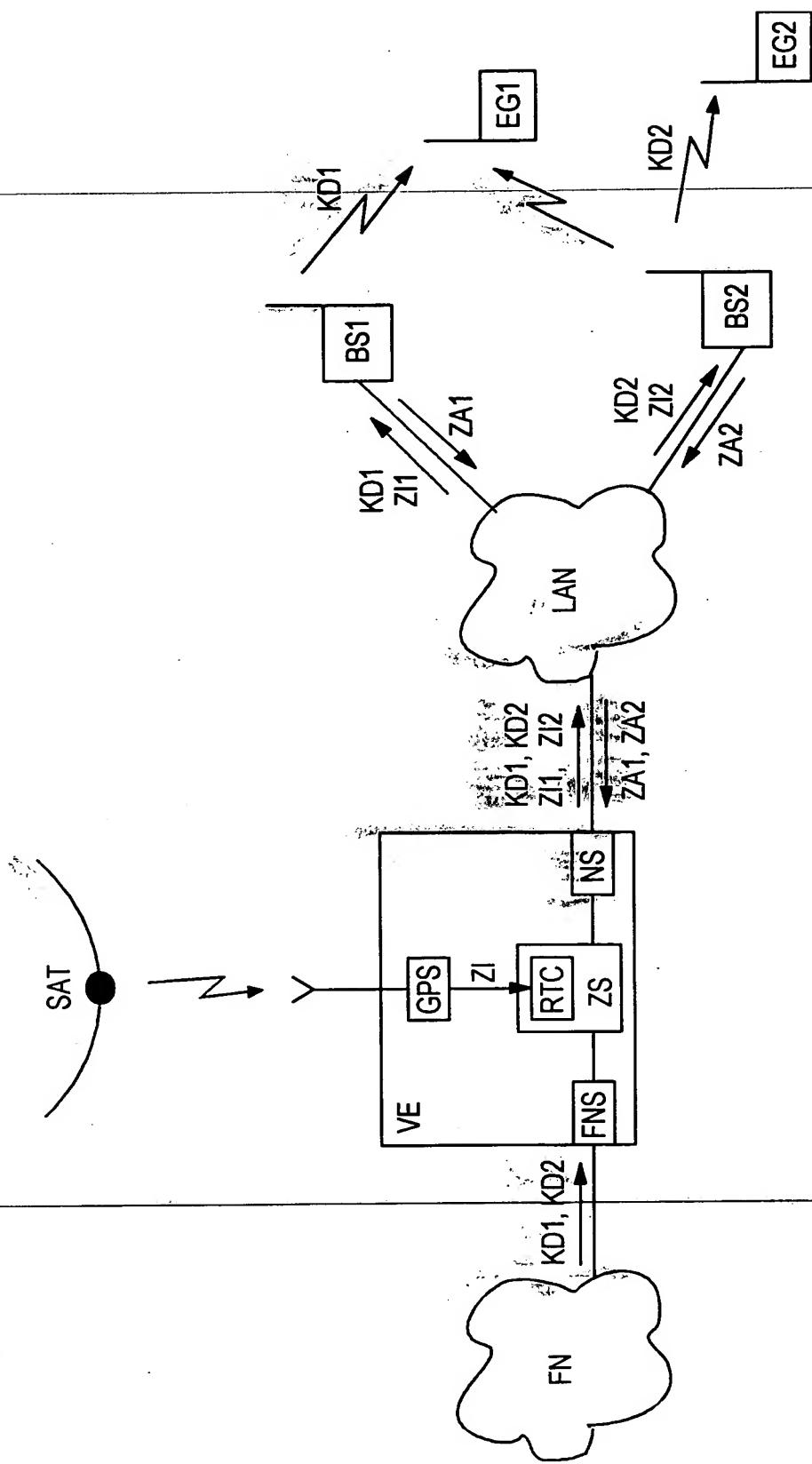
Zum Synchronisieren von Basisstationen (BS1, BS2), insbesondere zum Zweck eines „seamless handover“, werden den Basisstationen (BS1, BS2) - gegebenenfalls auf Anforderung - Zeitinformationen (ZI1, ZI2) von einem Zeitinformationsserver (VE) über ein Lokales Netz (LAN) übermittelt. Da an einem „seamless handover“ beteiligte Basisstationen (BS1, BS2) in der Regel benachbart sind und sich die jeweiligen Laufzeiten bzw. Laufzeitschwankungen einer Zeitinformation (ZI1, ZI2) im Lokalen Netz (LAN) zwischen Zeitinformationsserver (VE) und Basisstation bei benachbarten Basisstationen nur geringfügig unterscheiden, kann durch die Erfindung eine hohe Synchronisationsgenauigkeit speziell für ein „seamless handover“ erreicht werden.

20

FIG 1

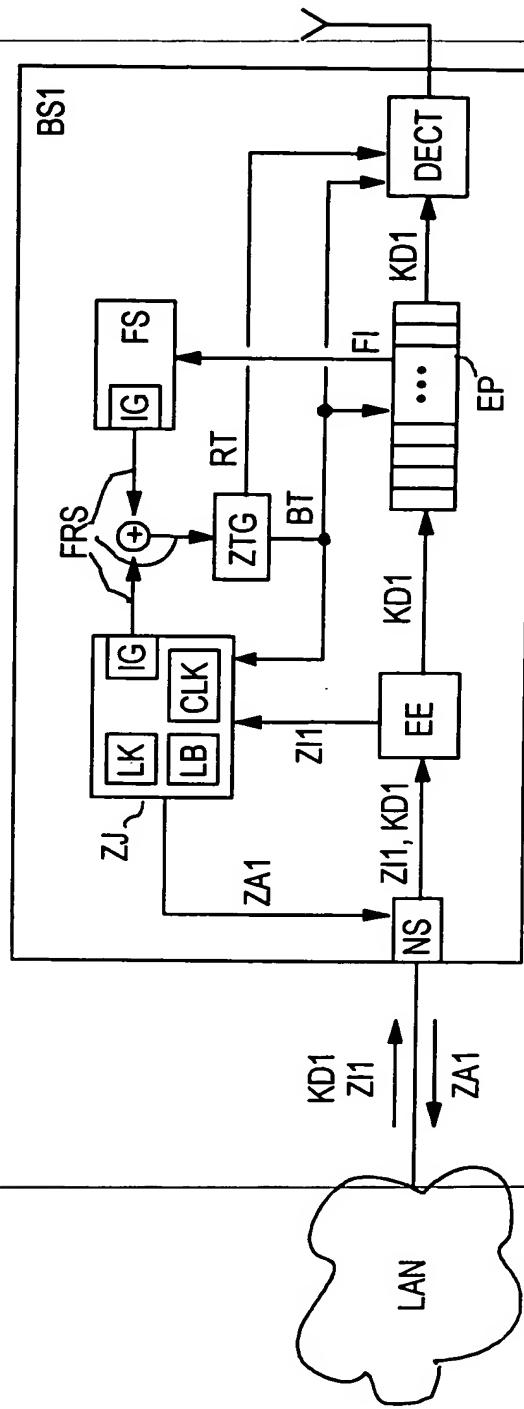
1 / 2

FIG 1



2 / 2

FIG 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)